

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-091231

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G06T 7/00

H01L 21/66

(21)Application number : 11-268711

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.09.1999

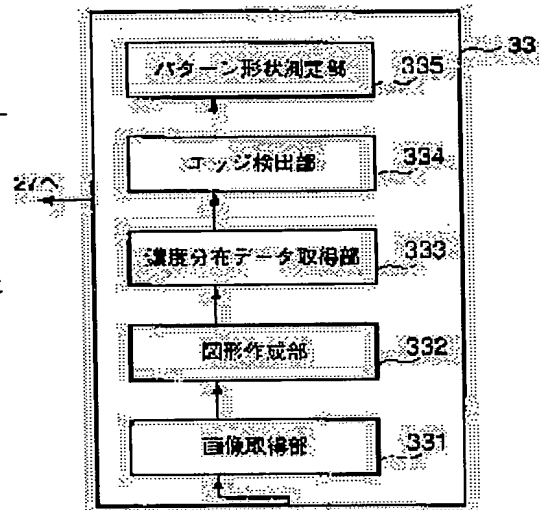
(72)Inventor : MIYANO YUMIKO

(54) MICRO-PATTERN MEASURING METHOD, MICRO-PATTERN MEASURING DEVICE AND RECORDING MEDIUM HAVING MICRO-PATTERN MEASURING PROGRAM RECORDED THEREIN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure a micro-pattern with high accuracy by accurately detecting the edge of a pattern.

SOLUTION: A pattern image of a sample, where a micro-pattern is formed is obtained by an image acquisition part 331, in a graphic creating part 332, a graphic in which a pattern shape is reflected is created for the acquired pattern image, in a density distribution data acquiring part 333, density distribution data on a straight line vertical to the tangent of the contour of the graphic is acquired, in an edge detecting part 334, pattern edge coordinates are detected from the density distribution data, and in a pattern shape measuring part 335, the shape of a pattern is measured on the basis of the pattern edge coordinates.



23

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-91231

(P2001-91231A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード [*] (参考)
G 0 1 B 11/24		H 0 1 L 21/66	J 2 F 0 6 5
G 0 6 T 7/00		G 0 1 B 11/24	F 4 M 1 0 6
H 0 1 L 21/66		G 0 6 F 15/62	4 0 5 Z 5 B 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-268711

(22) 出願日 平成11年9月22日 (1999.9.22)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 宮野 ゆみこ

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

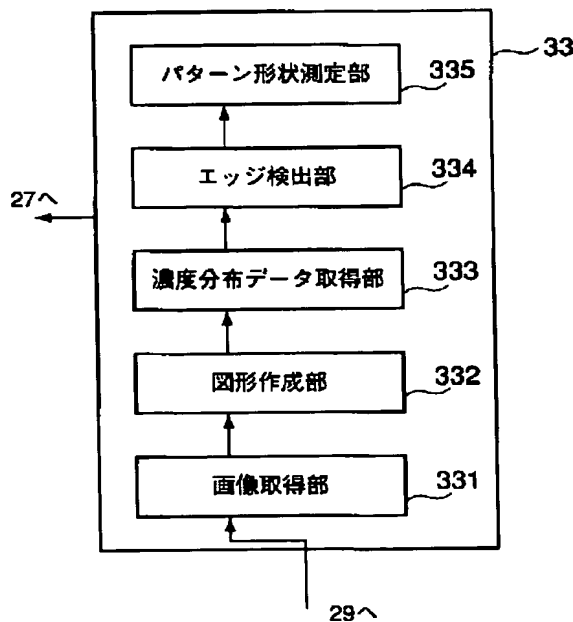
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細パターン測定方法、微細パターン測定装置及び微細パターン測定プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 パターンのエッジを正確に検出することにより高精度な微細パターンの測定を可能とする。

【解決手段】 微細パターンが形成されたサンプルのパターン画像を画像取得部331で取得し、図形作成部332において、得られたパターン画像に対してパターン形状を反映する図形を作成し、濃度分布データ取得部333において、この図形の輪郭の接線に対して垂直な直線上の濃度分布データを取得し、エッジ検出部334において、濃度分布データからパターンエッジ座標を検出し、パターン形状測定部335において、パターンエッジ座標を基にパターンの形状を測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 微細パターンが形成されたサンプルのパターン画像を取得する工程と、
前記パターン画像に対してパターン形状を反映する図形を作成する工程と、
この図形の輪郭の接線に対して垂直な直線上の濃度分布データを取得する工程と、
前記濃度分布データからパターンエッジ座標を検出する工程と、
前記パターンエッジ座標を基に前記パターンの形状を測定する工程とを有することを特徴とする微細パターン測定方法。

【請求項2】 前記図形の作成は、画像濃度の違いに基づくラベリングを用いることを特徴とする請求項1に記載の微細パターン測定方法。

【請求項3】 前記パターンの代表点と測定領域を設定し、該測定領域内で前記代表点を中心として所定の指定角度毎に濃度分布を求め、該濃度分布中の基準位置を求め、この基準位置に基づいて前記パターンのおおよその輪郭を求め、該輪郭に基づいて前記図形を作成することを特徴とする請求項1に記載の微細パターン測定方法。

【請求項4】 前記測定領域は、互いに交わらない2つの閉曲線のうち、小さい閉曲線の外側で、かつ大きい閉曲線の内側であることを特徴とする請求項3に記載の微細パターン測定方法。

【請求項5】 前記パターンの形状の特徴に基づいて、前記濃度分布データの取得の方向及び間隔を決定し、該決定された方向及び間隔に基づいて前記濃度分布データを取得することを特徴とする請求項1に記載の微細パターン測定方法。

【請求項6】 前記パターンの形状の特徴の抽出は、前記図形の輪郭を規定する座標と、該座標が位置する前記パターンの重心からの角度との関係を用いて行うことを特徴とする請求項5に記載の微細パターン測定方法。

【請求項7】 サンプルのパターン画像を取得するパターン画像取得部と、
前記パターン画像に対してパターン形状を反映する図形を作成する図形作成部と、
前記図形の輪郭の接線に対して垂直な直線上の濃度分布データを取得する濃度分布データ取得部と、
前記濃度分布データに基づいてパターンエッジ座標を検出するエッジ検出部と、
前記エッジ座標を基に前記パターンの形状を測定する形状測定部とを具備してなることを特徴とする微細パターン測定装置。

【請求項8】 コンピュータに、サンプルのパターン画像を取得する機能と、
前記パターン画像に対してパターン形状を反映する図形を作成する機能と、
前記図形の輪郭の接線に対して垂直な直線上の濃度分布

データを取得する機能と、

前記濃度分布データに基づいてパターンエッジ座標を検出する機能と、

前記エッジ座標を基に前記パターンの形状を測定する機能とを実現させるための微細パターン測定プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、サンプルのパターン形状を測定する微細パターン測定方法、微細パターン測定装置及び微細パターン測定プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスのプロセスの評価においては、ウェハ上のパターンを走査電子顕微鏡等で観察し、パターンの所定の寸法を測定するということが広く行われている。最近では、デバイスの高集積化に伴い、パターンの形状も多様化している。このため、従来の1次元の寸法測定が必ずしもデバイスの特性を決定するパラメータを測定することにはなっておらず、周囲長や面積等の2次元の寸法測定が重要となってきている。

【0003】一方、パターンの微細化に伴い、パターン形状を形成するリソグラフィプロセスの際に露光装置のレンズの収差等の影響を受ける場合がある。この場合、例えば真円になるべきパターンがゆがんでいたりする。このような場合にある一定方向の直径のみを測定したとしても、その測定値はこのパターンの形状を正しく表現しているとはいえない。従って、この点からも面積を測定することの意義は大きくなってきている。また、レジスト等の評価にパターンエッジのラフネスを測定することは重要であるが、ラインパターン等の場合には簡単に求められるのに対して、ホールパターン等曲率のあるパターンに対してはラフネスを求めることができなかった。

【0004】このような問題に対して例えば特開平7-27548号公報に記載されているように、ホールパターンの画像を極座標展開し、展開された画像に対して角度方向にライン加算を行い、エッジ位置を検出することによりそのホールパターンの全方向を反映した直径・半径・面積等を求めるというものがある。しかしながら、この手法においては、真円に近いホールパターンに対しては極座標展開した際にホールパターンのエッジに相当する部分がほぼ一直線に並ぶのに対し、ラフネスの大きなパターンや楕円等の場合は直線にはならず、前記ライン加算の際にエッジがなまる可能性があり、また、エッジに対して垂直ではない方向にエッジを検出するため検出精度が悪いという問題があった。

【0005】この問題点を図18を用いて説明する。図18は、サンプルであるウェハ上にテーパ状のホールパターンが形成されており、そのホールの穴底に対応する

領域が穴底領域101、テーバ部に対応する領域が穴縁領域102、これら以外の領域が外側領域103となっており、このような領域101～103を有する画像が得られる。得られた画像に対して矢印に示す直線方向に濃度分布を求め、エッジを検出する。この場合、図18(a)ではエッジに対して斜め方向にエッジ検出を行う場合は垂直に行う図18(b)の場合に比較して濃度変化のコントラストが悪い。従って、検出精度は図18(a)に示す場合の方が悪くなる。

【0006】また、特開平10-276043号公報においては、楕円のパターンに対して大小2つの楕円で囲まれる領域に対して、この領域の湾曲方向を横切る直線上でのピークからエッジを求め、これに基づいて楕円の幅や高さ、面積等を求める例が挙げられているが、得られたエッジも上記従来例と同様に、エッジに対して垂直ではない方向でエッジ検出されているため、得られたエッジ位置の検出精度が悪いという問題がある。また、求めたエッジに垂直な方向に指定範囲濃度データを取得し、濃度データを基にパターンのテーバ異常を検出するという例があるが、この濃度データを用いたエッジ検出は行われていない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の微細パターン測定方法では、画像データから求められたエッジに対して垂直ではない方向でエッジ検出されているため、得られたエッジ位置の検出精度が悪いという問題がある。

【0008】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、パターンのエッジを正確に検出することにより高精度な微細パターンの測定を可能とする微細パターン測定方法、微細パターン測定装置及び微細パターン測定プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る微細パターン測定方法は、微細パターンが形成されたサンプルのパターン画像を取得する工程と、前記パターン画像に対してパターン形状を反映する図形を作成する工程と、この図形の輪郭の接線に対して垂直な直線上の濃度分布データを取得する工程と、前記濃度分布データからパターンエッジ座標を検出する工程と、前記パターンエッジ座標を基に前記パターンの形状を測定する工程とを有することを特徴とする。

【0010】本発明の望ましい形態を以下に示す。

【0011】(1)パターン形状を反映する図形の作成は、画像濃度の違いに基づくラベリングを用いる。

【0012】(2)パターンの代表点と測定領域を設定し、該測定領域内で代表点を中心として所定の指定角度毎に濃度分布を求め、該濃度分布中のピーク位置を求め、このピーク位置に基づいて前記パターンのおおよそ

の輪郭を求め、該輪郭に基づいて前記図形を作成する。
【0013】(3)(2)における測定領域は、互いに交わらない2つの閉曲線のうち、小さい閉曲線の外側で、かつ大きい閉曲線の内側である。

【0014】(4)パターンの形状の特徴に基づいて、前記濃度分布データの取得の方向及び間隔を決定し、該決定された方向及び間隔に基づいて濃度分布データを取得する。

【0015】(5)(4)におけるパターンの形状の特徴は、前記図形の輪郭を規定する座標と、該座標が位置する前記パターンの重心からの角度との関係を用いる。

【0016】また、方法に係る本発明は、コンピュータに当該発明に相当する機能を実現させるための微細パターン測定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体としても成立する。

【0017】また、本発明に係る微細パターン測定装置は、サンプルのパターン画像を取得するパターン画像取得部と、前記パターン画像に対してパターン形状を反映する図形を作成する図形作成部と、前記図形の輪郭の接線に対して垂直な直線上の濃度分布データを取得する濃度分布データ取得部と、前記濃度分布データに基づいてパターンエッジ座標を検出するエッジ検出部と、前記エッジ座標を基に前記パターンの形状を測定する形状測定部とを具備してなることを特徴とする。

【0018】(作用)本発明では、パターン形状を反映する図形を作成し、この図形の輪郭の接線に対して垂直な直線上の濃度分布データを取得し、これに基づいてエッジ座標を検出する。これにより、常にパターンの輪郭に対して垂直な方向にエッジを検出することができるため、エッジの検出精度が高くなる。従って、エッジに基づいて算出される面積や周囲長等の形状パラメータの計測精度が著しく向上する。また、曲率を持ったパターンであっても簡便にエッジラフネスの測定を行うことが可能となる。

【0019】また、パターンの代表点と測定領域を設定し、該測定領域内で代表点を中心として所定の指定角度毎に濃度分布を求め、該濃度分布中のピーク位置を求め、このピーク位置に基づいて前記パターンのおおよその輪郭を求めてパターン形状を反映する図形を作成する。これにより、エッジ付近の情報のみがパターンの形状の特徴の抽出に利用されるため、よりノイズの影響の少ない測定が可能となる。また、測定領域を、互いに交わらない2つの閉曲線で規定することにより、様々な形状のパターンを測定することが可能となり、規格外の大きさのパターンを測定する時間を大幅に短縮することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

【0021】(第1実施形態)図1は本発明の第1実施

形態に係る微細パターン測定装置の全体構成を示す図である。本実施形態では測長SEMを用いて説明する。

【0022】図1に示すように、本実施形態に係る走査型電子顕微鏡は、電子ビームを放出する電子銃、放出した電子ビームを測定対象である試料（サンプル11）表面に照射する電子光学系、試料表面から放出される2次電子を検出する2次電子検出機構とに大別される。

【0023】サンプル11に電子ビームを放出する電子銃1から照射された電子ビーム1'の進路には、その進行方向に向かってガンアライメントコイル2、コンデンサレンズ3、対物レンズアライメントコイル4、スティグマコイル5、走査コイル6、対物絞り7、2次電子検出器8、対物レンズ9からなる電子光学系が順に設けられている。ガンアライメントコイル2及び対物レンズアライメントコイル4は、コンデンサレンズ3、対物レンズ9を補正するために設けられ、走査コイル6は2対の電磁コイルからなり、各コイルにそれぞれ異なった周期の電源を供給して一方にX方向の、他方にY方向の鋸歯状波形信号を与えて電子ビーム1'を走査する。

【0024】また、電子銃1から照射された電子ビーム1'が電子光学系を通過すると、ステージ10上に載置されたサンプル11に照射される。また、2次電子検出機構として、サンプル11から所定距離離れた位置に2次電子検出器8が配置され、サンプル11表面から放出される2次電子を検出する。

【0025】電子銃1には加速電圧制御用電源21が接続されており、この加速電圧制御用電源21により、電子銃1からの電子ビーム1'を所望の加速エネルギーで放出することができる。ガンアライメントコイル2、対物レンズアライメントコイル4はビームアライメント制御回路22に接続され、スティグマコイル5にはスティグマ制御回路23が接続されており、これらビームアライメント制御回路22及びスティグマ制御回路23によりビーム形状の補正を行う。

【0026】また、走査コイル6は偏向増幅器24に接続され、さらにこの偏向増幅器24に接続された偏向信号発生器24'で発生させた偏向信号を偏向増幅器24により増幅させて走査コイル6に電圧が与えられる。対物レンズ9には対物レンズ励磁電圧電源25が接続され、この電源25により対物レンズ9に励磁電圧が与えられる。ステージ10にはステージコントローラ26が接続され、このコントローラ26によりステージ10が駆動する。これら21～23、24'及び26からなる制御系はホストコンピュータ27で制御される。

【0027】また、2次電子検出器8で検出された測定データは、増幅器28を介してスキャンコンバータ29に入力され、2次元画像としてCRT30に拡大されて表示される。

【0028】偏向信号発生器24'には偏向増幅器31が接続され、さらにこの偏向増幅器31に走査コイル3

2が接続されている。偏向信号増幅器31からの増幅された偏向信号により走査コイル32を制御することにより、CRT30のビーム走査がサンプル11上の走査に同期してなされる。

【0029】スキャンコンバータ29の出力信号は画像処理装置33に入力される。スキャンコンバータ29で2次元画像とされた2次電子検出信号は画像処理装置33で所望の画像処理がなされる。この画像処理装置33は、ホストコンピュータ27に接続され、ホストコンピュータ27の指令に基づいて画像処理を行う。

【0030】なお、ホストコンピュータ27は、予め定められたレシビファイル34に基づいて制御系の制御や画像処理装置33における画像処理を制御する。

【0031】図2は画像処理装置33の詳細な構成を示す図である。スキャンコンバータ29により2次元信号とされた画像データは、画像取得部331で取得される。画像取得部331で得られた画像データは図形作成部332に出力され、パターンの形状を反映するような図形が作成される。作成された図形データは濃度分布データ取得部333に出力される。この濃度分布データ取得部333では、図形データに基づいて濃度分布データが作成される。得られた濃度分布データはエッジ検出部334に出力され、パターンのエッジが検出される。得られたパターンのエッジはパターン形状測定部335に出力される。パターン形状測定部335はパターンのエッジに基づいてパターン形状、具体的にはパターンの面積、周囲長やエッジラフネス等を測定する。

【0032】次に、図1～図8を用いて本実施形態に係る微細パターン測定方法を説明する。例として、楕円形のホールパターンを測定する場合について説明する。

【0033】まず、楕円形のホールパターンが形成されたサンプル11（ウェハ）を図1に示す測定装置内に搬送する。アライメント操作等によりサンプル11のローテーションを補正した後、電子ビーム1'を走査し、目的のパターンが視野内に来るようにステージ10を移動する。

【0034】この際得られるホールパターンのSEM画像を図3に示す。図3に示すように、楕円形のホールパターンのうち、ホールの穴底に相当する部分が穴底領域41、ホールパターンのテーパーに相当する部分が穴縁領域42、これら穴底領域41及び穴縁領域42以外の領域を外側領域43となる。穴底領域41は暗く（黒色）、穴縁領域42は明るく（白色）、外側領域43はやや明るく（灰色）なった画像が得られる。

【0035】得られたSEM画像データは図形作成部332に出力される。図形作成部332では、SEM画像データに基づいてホールパターンの形状を反映するような図形が作成される。例えば、所定のしきい値で3値化処理を行い、しきい値で区切られる黒色、白色及び灰色の3つの領域にラベリングし、黒色と白色との境界を抽

出する。これにより、ホールパターンの穴底領域の外縁、すなわち輪郭に相当する部分を抽出することが可能である。

【0036】なお、3値化処理以外にも、例えばSEM画像データに対して微分処理を行い、得られた微分画像の濃度の高い部分のみをスレッシュホールド処理により抽出してもよいし、あるいは穴縁領域42が白く明るくなることを利用して、穴縁領域42とそれ以外の領域とで2値化処理を行い抽出してもよい。

【0037】いずれの反映図形の作成手法を用いた場合であっても、SEM画像にはごま塩雑音のようなノイズが多く含まれる。そこで、フーリエ変換等の処理を用いて輪郭上の細かいノイズを取り除くことにより、ホールパターンの形状を反映する図形が得られる。このホールパターンの形状を反映する図形の一例を図4に示す。図4に示すように、反映図形51は穴底領域41の輪郭に相当する形状とほぼ同じ形状を有しているのが分かる。

【0038】得られた反映図形51は濃度分布データ取得部333に出力される。濃度分布データ取得部333では、反映図形51に基づいて濃度分布データを作成する。その具体的手法を図5を用いて以下説明する。

【0039】まず、反映図形51の重心位置511を求める。次に、重心位置511を通る基準直線512を設定する。そして、重心位置511から基準直線512に対して指定角度 θ 毎に反映図形51に対して直線513を引く。図5では直線513は説明の便宜のため1本のみを示しているが、例えば指定角度 θ を2°に設定すれば、直線513は180本得られる。そして、この直線513と反映図形51の輪郭の交点514を求め、この交点514における反映図形51の接線515の傾きを微分により求める。そして、得られた接線515の傾きに対して直交する方向に、濃度取得直線516を引く。そして、この濃度取得直線516上の濃度分布データを取得する。

【0040】図6は画像取得部331で得られたSEM画像と濃度取得直線516を示す。濃度取得直線516のうち、実際に濃度分布を取得するのは、交点514を挟んで所定の距離にある領域（以下、濃度取得領域517と称する）のみである。この濃度分布取得領域517は、少なくとも交点513を挟んで穴底領域41内の点から、外側領域43内の点までを含み、穴縁領域42の内周から外周までを横断するように設定される。

【0041】このように設定された濃度分布取得領域517で得られた濃度分布曲線61を図7に示す。横軸は位置、縦軸は濃度であり、位置が0に近い側が穴底領域41、位置が0から遠い側が外側領域43の濃度を示している。得られた濃度分布曲線61は、図5に示すように指定角度 θ における1本の直線512のみについて得られた濃度分布を示すものであり、この濃度分布曲線61を指定角度毎に求め、各指定角度に対して展開すると

図8のようなになる。横軸は位置、縦軸は角度である。図8における横軸は、図7に示した横軸と正負逆になっている。従って、位置が0に近い側が外側領域43、位置が0から遠い側が穴底領域41である。

【0042】指定角度に展開された濃度分布データは、エッジ検出部334に出力される。エッジ検出部334では、展開された濃度分布データに基づいて、通常のラインパターンの寸法測定と同様に、直線近似法等によりエッジ位置を検出する。得られたエッジ位置を元の画像、すなわち指定角度毎に展開する前の2次元画像に変換すると、穴底の輪郭に近い部分を抽出することができる。

【0043】得られたエッジ位置を示すデータは、パターン形状測定部335に出力される。パターン形状測定部335は、パターンエッジ位置から得られるパターンの輪郭から、パターンの面積や周囲長等を計測する。なお、パターン形状測定部335は、前述の展開画像のエッジ位置の分散を調べることにより、ホールパターンエッジのラフネスを算出することもできる。すなわち、指定角度に対して検出されたエッジ位置のばらつきを求めてやればよい。

【0044】このように本実施形態によれば、パターンの輪郭に対して垂直な方向にエッジを検出することが可能となるため、エッジの検出精度が高くなる。従って、その検出されたエッジに基づいて算出される面積や周囲長等の形状パラメータの計測精度が向上する。また、曲率を持ったパターンであってもより簡便にエッジラフネスの測定を行うことが可能となる。特に、ラベリングを利用することにより、簡便にパターン形状を反映する図形を作成することができる。

【0045】なお、本実施形態においては図8に示すような濃度分布曲線を展開した図形を一旦作成し、その図形に基づいてエッジ位置を検出する場合を示したが、このような工程を省略することも可能である。すなわち、各指定角度毎に複数求められた濃度分布曲線から基準点をそれぞれ算出し、これら複数の基準点を2次元画像上に直接プロットすれば展開図形は不要となる。

【0046】（第2実施形態）本実施形態は、第1実施形態の変形例に係わる。第1実施形態では、ホールパターンを含む画像全体に対して画像処理を行いパターン形状を反映する図形を抽出したが、SEM画像はごま塩雑音が多く図形の抽出の際にもこの影響を受けやすい。そこで以下に示す手法を用いてパターン形状を反映する図形を抽出してもよい。なお、本実施形態の説明において第1実施形態と共通する部分の詳細な説明は省略する。

【0047】まず、ホールパターンが形成されたサンプル11（ウェハ）を図1に示すような測定装置内に搬送する。次に、アライメント操作等によりサンプル11のローテーションを補正した後、電子ビーム1'を走査し、目的とするパターンが視野内に来るようにステージ

10を移動する。ここまでは第1実施形態と同じである。

【0048】次に、電子ビーム1'でサンプル11上を走査し、サンプル11のSEM画像を画像取得部331で得る。そして、得られた画像データは画像取得部331から図形作成部332に出力される。図形作成部332では、以下に示す動作が行われる。まず、得られた画像データに対して予め画像処理装置33の図示しないメモリ内に記憶させておいた参照画像を用いて目的のパターンの中心座標を求める。

【0049】図9は参照画像の一例を示す図である。得られる画像データとはほぼ同じ形状の画像、すなわち穴底領域41'、穴縁領域42'及び外側領域43'を有し、穴底領域41'の中心にはパターンの中心座標の基準とする基準座標44'が記憶されている。この参照画像と実際に得られたSEM画像を比較し、両者の相関係数を求め、予め定められたしきい値以上の位置をそのパターンの中心座標として設定する。

【0050】次に得られたパターンの中心座標を中心として測定範囲を設定する。図10は測定範囲の一例を示す図である。図10に示すように、穴底領域41、穴縁領域42及び外側領域43からなる画像データにおいて、穴底領域41の中心には中心座標44が与えられ、この中心座標44を中心とした2つの閉曲線（大小2つの楕円62及び63）が設定される。この大小2つの楕円62及び63で規定される領域、すなわち小さな楕円62の外側でかつ大きな楕円63の内側の領域が測定範囲である。この測定範囲には、ホールパターンの穴の縁の部分、すなわち穴縁領域42のすべての領域が含まれているように楕円62及び63の大きさが設定される。

【0051】この楕円62及び63の形状は、例えば参照画像を構成する穴底領域41'や穴縁領域42'の外縁により規定される楕円等と同じ形状を用いればよく、閉曲線であれば楕円でなくてもよく、例えば長方形であってもよい。また、この閉曲線を求めるために、例えば3値化処理によりパターンの輪郭を抽出し、得られた輪郭のデータをある一定量拡大又は縮小して2つの閉曲線を作成するものであってもよい。また、測定されるパターンサイズ変化の許容量が予め定められている場合には、測定範囲の内側を規定する閉曲線は許容されるサイズの下限の大きさに、測定範囲の外側を規定する閉曲線は許容されるサイズの上限の大きさに設定しておけば、許容範囲外の大きさのパターンに対しては測定が行われないで済むため、測定時間を短縮することができる。

【0052】次に、定められた測定範囲における濃度分布データを取得する。図11は濃度分布データの取得方法を説明するための図である。図11に示すように、中止座標44を通る基準直線71に対して所定の角度 θ をなし、中心座標44を通り、測定範囲を横断する直線72を設定し、この直線72上でかつ測定範囲内の領域の

濃度分布データ73を取得する。この直線72は、基準直線71に対して指定された角度毎に複数本与えられ、すべての直線72に対して濃度分布曲線73が得られる。

【0053】図12は得られた濃度分布曲線73を示す図である。横軸は位置、縦軸は濃度である。この濃度分布曲線73から例えば濃度の一番高くなっている座標を抽出する。そして、各指定角度毎に同様の操作を繰り返すと、濃度の最大値の集合が得られる。得られた最大値の集合をつなぎ合わせ、ノイズの除去を行うことにより、パターンの形状を反映する図形を作成することができる。得られた図形を図13に示す。

【0054】なお、濃度の最大値を取得するようにしたのがパターンの形状を反映する図形が作成するようにするためには例えば最大値から50%濃度の小さくなった点等を用いてもよい。

【0055】その後は第1実施形態と同様に、得られた反映図形データを濃度分布データ取得部333に出力し、指定角度毎に微分を行い、得られた傾きと直交する方向に濃度分布データを取得し、得られた濃度分布データからパターンのエッジを検出し面積、周囲長、エッジラフネス等の測定を行う。

【0056】このように本実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果を奏するとともに、エッジ付近の情報のみがパターンの形状の特徴の抽出に利用されるため、よりノイズの影響の少ない測定が可能となる。また、穴縁領域42を挟んで与えられ、測定範囲を規定する2つの閉曲線を用いることにより様々な形状のパターンを測定することが可能となる。また、規格外の大きさのパターンを測定する時間を大幅に短縮することができる。

【0057】（第3実施形態）本実施形態は第1実施形態の変形例に関わり、濃度分布データの作成に特徴がある。本実施形態では、第1実施形態と異なる形状のホールパターンを測定する場合について説明する。

【0058】まず、第1、2実施形態と同様にサンプル11を装置内に搬入し、SEM画像を取得し、画像取得部331に出力する。図14は本実施形態のホールパターンのSEM画像データを示す図である。図14に示すように、画像データは穴底領域81、穴縁領域82及び外側領域83から構成される点は第1実施形態と同じであるが、その形状が異なり、楕円形ではなく、その周縁に直線部分を含む。

【0059】得られた画像データは画像取得部331から図形作成部332に出力される。図形作成部332は、図14に示す画像データに基づいて第1、2実施形態いずれかの手法を用いてパターンの形状を反映する図形を作成し、濃度分布データ取得部333に出力する。

【0060】図15は濃度分布データ取得方法を説明するための図である。図15に示すように、濃度分布データ取得部333は、まずパターンの形状を反映する図形

の重心84を求める。そして、得られた重心84を中心として指定角度毎にx、y座標を求めていく。

【0061】得られたx、y座標と、基準直線との角度 θ との関係を図16に示す。図16においてy座標に注目すると範囲91においてはその変動が他の部分に比べて小さくなっていることが分かる。図17は図16に示したx、y座標を基準直線との角度 θ で微分したものである。y座標を微分した値、すなわち $dy/d\theta$ は、範囲91においてその値がほぼ0になっている。すなわち、この範囲91においては図形の輪郭はほぼ水平になっていることを示している。従って、この範囲91においては図15に示すように、基準直線に対して垂直な方向に濃度分布データを取得すればよい。範囲91以外の範囲92においては、第1、2実施形態と同様にそれぞれの位置において図形の輪郭を微分し、得られた傾きと直交する方向に濃度分布データを取得する。

【0062】そして、得られた濃度分布データからパターンエッジを検出し面積、周囲長やエッジラフネスを測定する点は第1、2実施形態と同様である。

【0063】このように本実施形態によれば、サンプリングの間隔を効率よく定めることができるため、測定時間を短縮することができる。特に、部分的に曲率の小さくなっている形状のパターンの測定の際に測定時間を短縮することができる。

【0064】なお、本実施形態では測定対象とするパターンの輪郭に直線部分を含む場合について説明したが、パターンの輪郭が所定の関数で表されるものであれば、パターンの各部位における輪郭の接線を求め、その接線に垂直な直線上の濃度分布データを取得するという手間を省き、輪郭を表す関数の傾きを自動的に求め、その傾きに基づいて濃度分布データ取得の方向及び間隔を定めることができる。

【0065】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、常にパターンの輪郭に対して垂直な方向にエッジを検出することができるため、エッジの検出精度が高くなる。従って、エッジに基づいて算出される面積や周囲長等の形状パラメータの計測精度が著しく向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る本発明の第1実施形態に係る微細パターン測定装置の全体構成を示す図。

【図2】同実施形態に係る画像処理装置の詳細な構成を示す図

【図3】同実施形態で得られるホールパターンのSEM画像を示す図。

【図4】同実施形態に係るホールパターンの形状を反映する図形の一例を示す図。

【図5】同実施形態に係る濃度分布データ作成手法を説明するための図。

【図6】同実施形態に係る画像取得部で得られたSEM

画像と濃度取得直線を示す図。

【図7】同実施形態に係る濃度分布取得領域における濃度分布曲線を示す図。

【図8】同実施形態に係る濃度分布曲線を指定角度に対して展開した図。

【図9】本発明の第2実施形態に係る参照画像を示す図。

【図10】同実施形態に係る反映図形の取得における測定範囲の一例を示す図。

【図11】同実施形態に係る濃度分布データの取得方法を説明するための図。

【図12】同実施形態に係る濃度分布データを示す図。

【図13】同実施形態により得られたパターンの形状を反映する図形を示す図。

【図14】本発明の第3実施形態に係るホールパターンのSEM画像データを示す図。

【図15】同実施形態に係る濃度分布データ取得方法を説明するための図。

【図16】同実施形態に係るx、y座標と、基準直線との角度 θ との関係を示す図。

【図17】同実施形態の図16に示すx、y座標を基準直線との角度 θ で微分した曲線を示す図。

【図18】従来のパターンエッジ検出の問題点を説明するための図。

【符号の説明】

- 1…電子銃
- 1'…電子ビーム
- 2…ガンアライメントコイル
- 3…コンデンサレンズ
- 4…対物レンズアライメントコイル
- 5…スティグマコイル
- 6…走査コイル
- 7…対物絞り
- 8…2次電子検出器
- 9…対物レンズ
- 10…ステージ
- 11…サンプル
- 21…加速電圧制御用電源
- 22…ビームアライメント制御回路22
- 23…スティグマ制御回路
- 24、31…偏向増幅器
- 24'…偏向信号発生器
- 25…対物レンズ励磁電圧電源
- 26…ステージコントローラ
- 27…ホストコンピュータ
- 28…増幅器
- 29…スキャンコンバータ
- 30…CRT
- 32…走査コイル
- 33…画像処理装置

13

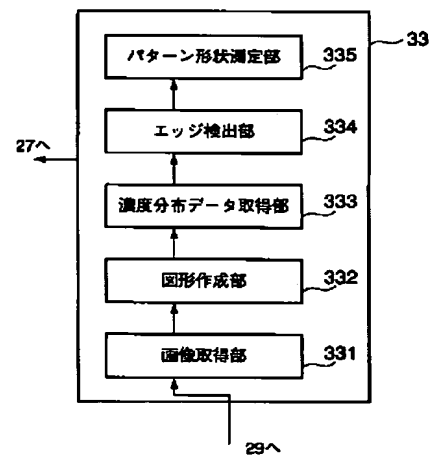
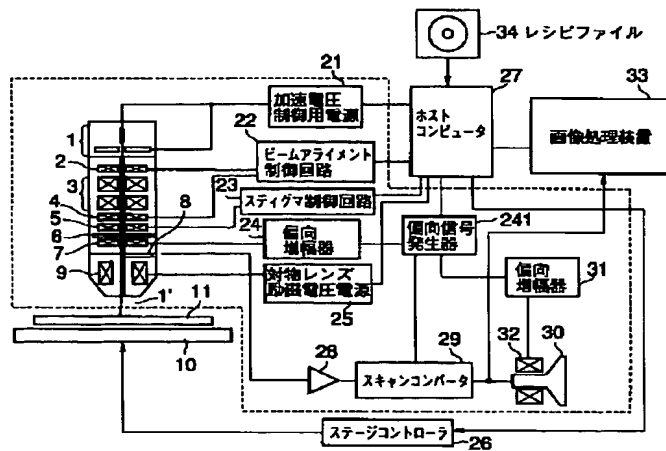
14

34…レジピファイル
 41, 81…穴底領域
 42, 82…穴縁領域
 43, 83…外側領域
 84…重心
 91, 92…範囲
 51…反映図形
 61, 73…濃度分布曲線

* 62, 63…楕円
 71…基準直線
 72…直線
 331…画像取得部
 332…図形作成部
 333…濃度分布データ取得部
 334…エッジ検出部
 * 335…パターン形状測定部

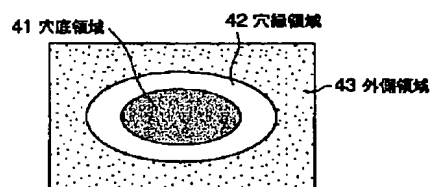
【図1】

【図2】

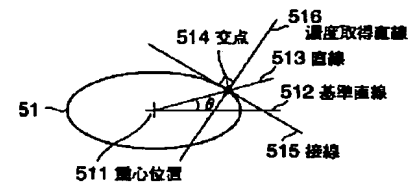


【図3】

【図4】



【図5】

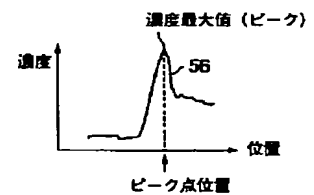
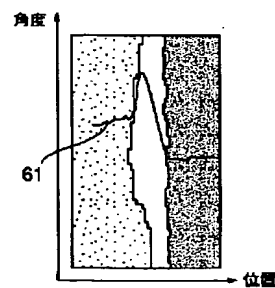
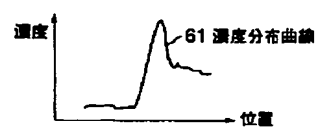
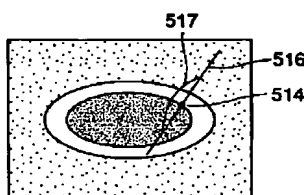


【図6】

【図7】

【図8】

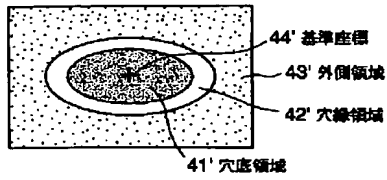
【図12】



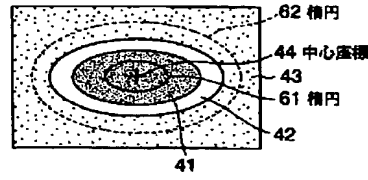
【図13】



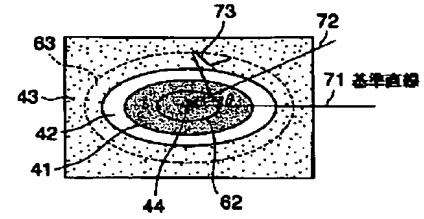
【図9】



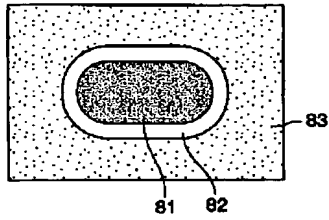
【図10】



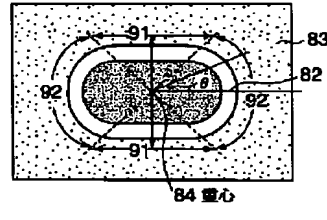
【図11】



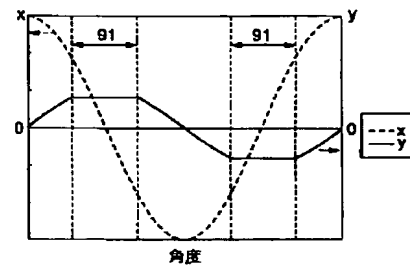
【図14】



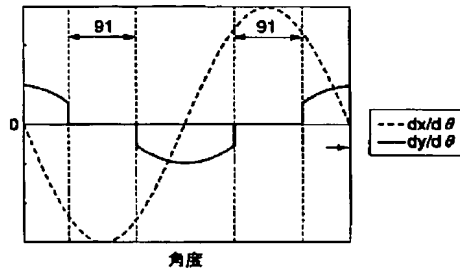
【図15】



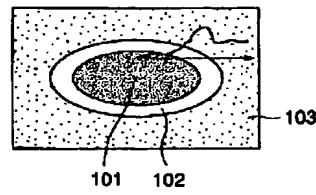
【図16】



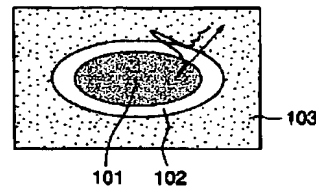
【図17】



【図18】



(a)



(b)

BEST AVAILABLE COPY

フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA03 AA12 AA56 AA58 BB02
CC19 DD03 DD19 FF04 FF61
GG01 HH04 JJ01 JJ15 MM16
PP12 PP24 QQ03 QQ05 QQ06
QQ13 QQ16 QQ29 QQ31 QQ32
QQ34 SS13
4M106 CA39 DB05 DB21
5B057 AA03 BA01 CA08 CA12 CB08
CB12 CC01 DA07 DB02 DB09
DC16